數學傳播 49卷1期, pp. 3-15

有朋自遠方來——專訪 Russel Caflisch 教授

策 劃：劉太平
訪 問：劉太平
時 間：民國 113 年 6 月 19 日
地 點：中央研究院數學研究所
整 理：編輯室

Russel Caflisch 教授 1954 年 4 月 29 日出生於西維吉尼亞州 Charleston。他於 1975 年在密西根州立大學獲得學士學位, 1977 年及 1978 年在紐約大學分別獲得碩士和博士學位。1979 年至 1982 年, 他在史坦福大學擔任助理教授。隨後, 他任教於紐約大學 (1983∼84 年助理教授、1984∼88 年副教授、1988∼89 年教授)、加州大學洛杉磯分校 (1989∼2017 年)。自 2017 年起他擔任紐約大學教授。2008 年至 2017 年期間, 他擔任加州大學洛杉磯分校 IPAM 主任, 自 2017 年起擔任紐約大學 Courant 研究所所長。因他在 Boltzmann 方程、蒙地卡羅方法、材料科學和其他應用數學領域的重大貢獻, 他榮膺美國國家科學院院士 (2019 年)、美國數學學會院士 (2013 年), 並獲頒多項榮譽。在這次採訪中, Caflisch 教授對數學科學中的各種主題提供了有趣且有見地的觀察。

劉太平 (以下簡稱「劉」): 很高興你能來。我們相識已久。記得在 1976∼77 年, 我以年輕訪問學員身分造訪紐約大學, 期間有一群優秀的研究生, 諸如你、Levermore[1]、Klainerman[2] 及 ⋯⋯.

[1]Charles David Levermore, 美國數學家, 馬里蘭大學數學教授。他研究大規模行爲如何從小規模的動態或結構中出現。這包括研究統計物理學、非線性波動方程式、湍流建模和流體動力學。

[2]Sergiu Klainerman (1950∼), 羅馬尼亞裔美國數學家, 研究領域爲雙曲型偏微分方程和廣義相對論。

Russel Caflisch (以下簡稱「C」): 是的, 還有倪維明[3]、Jeff McFadden[4] 和 John Sylvester[5]。一群非常優秀的人。

劉: 每個人都不相同。

C: 我和 Sergiu Klainerman 是非常好的朋友。但我們就像陰和陽, 因爲我很安靜, 而他恰恰相反。

劉: 是。之後你去了史坦福大學和 Joe Keller[6]在一起。情況如何?

C: Joe 和一群傑出的年輕人, 諸如 Pat Hagan[7], Jean-Marc Vanden-Broeck[8], John Maddocks[9]。Joe 真的影響了每個人。當時我正努力進行 Boltzmann 方程的分析。Joe 說:「這非常好, 但爲什麼不做些更具應用性的東西呢?」這真是個好建議。

劉: 那麼, 你做了什麼?

C: 嗯, 我掙扎了一段時間。我學習了 Boltzmann 的數值方法, 特別是蒙地卡羅方法。我也開始研究多相流 (multiphase flow) 和渦流動力學 (vortex dynamics)。

劉: 這些工作的量很大。

C: 嗯, 歷經好幾年。

劉: John, 你提到 John Maddocks。他之後去了馬里蘭, 對吧?

C: 是的, 是的。

劉: 當時我在馬里蘭。我記得你來馬里蘭發表演講。實際上我也是從你那裡學到 Boltzmann 方程的。

C: 是嗎?

劉: 是的, 因爲你談到了 Boltzmann 震波解等等。

---

[3]倪維明 (Wei-Ming Ni, 1950∼), 臺灣數學家, 明尼蘇達大學榮譽退休教授, 現任香港中文大學 (深圳) 講座教授, 近年專注研究生物學中的數學問題。

[4]Jeff McFadden, 美國數學家, 任職於美國國家標準與技術研究所 (NIST), 是應用和計算數學部數學分析和建模小組的成員。他對數學建模做出重大貢獻, 特別是在流體動力學和介面不穩定性分析方面。

[5]John Sylvester, 美國數學家, 任教於華盛頓大學, 研究逆問題、散射等問題。

[6]Joseph B. Keller (1923∼2016), 美國數學家, 在應用數學領域做出重大貢獻, 特別是在波的傳播和衍射。他發展了幾何繞射理論 (GTD), 用於描述聲波或光波等如何繞過障礙物。他的工作涉及各種科學和工程問題, 包括第二次世界大戰期間的潛艇探測和原子爆炸的研究。1997 年獲頒沃爾夫獎。

[7]Patrick S. Hagan, 美國應用數學家, 曾任職 Los Almos 國家實驗室, 目前從事金融業。

[8]Jean-Marc Vanden-Broeck (1951∼), 比利時裔英國數學家, 倫敦大學學院 (UCL) 的應用數學教授, 以其在應用數學、流體力學和科學計算方面的工作而聞名。他對自由邊界問題做出重大貢獻。他的研究可應用於兩種流體界面處傳播的波、流體中上升的氣泡以及腫瘤的生長。他開發了高效、準確的邊界積分方程式方法來解決這些具有挑戰性的問題。

[9]John H. Maddocks, 英國數學家, 瑞士洛桑聯邦理工學院 (EPFL) 的名譽教授。研究 DNA 力學、計算和應用數學, 以及非線性系統穩定性。他的研究對理解 DNA 結構及其動力學, 以及開發各種物理系統的數學模型做出重大貢獻。

C: 是的。

劉: 然後你回去 Courant, 而後去了洛杉磯。這是兩個截然不同的地方。

C: 嗯, 我真的很喜歡在紐約大學和 Courant 工作, 那是一個令人興奮的地方。特別是, 當時 Peter Lax[10]正在做極其出色的工作, 並且在很大程度上是一位領導者。我想除了他所做的數學之外, 他還是一位真正的領導者, 每個人都仰慕他。

劉: 你說的是 80 年代。

C: 是的, 80 年代。之後我妻子想搬到洛杉磯。她之前爲了我搬到紐約, 所以我認爲對我來說爲她搬到洛杉磯還算公平。但我發現這真的很困難; 因爲在紐約大學, 你會覺得自己真的處於世界的中心。在加州大學洛杉磯分校 UCLA, 你必須自己創造興奮點。

劉: 但你在那裡待了好幾年。

C: 是的, 我有待了好幾年。我真的很喜歡那裡。我結識了 Stan Osher[11] 和 Bjorn Engquist[12], 以及那裡的所有其他人物。

劉: 在我印象中, 加州大學洛杉磯分校 UCLA 在應用數學領域自己開括領域。這可能與預期有些不同, 對嗎? 譬如 Stan 從偏微分方程到影像處理等領域的發展。

C: 是的。這真是一個驚喜。我初認識 Stan 時, 他對水平集法 (Level-set method) 感到非常興奮。他用它來處理均曲率流 (mean curvature flow)。這似乎是解決這個問題的好方法, 但我沒有看到的是, 你可以用它做更多的事情。但是, 哇, 我真的是錯啦。它的適用範圍非常廣泛。Stan 的這一點讓我佩服。Stan 可以找到一個想法, 然後把它推前得很遠。

劉: 如何在應用數學領域取得成功? 應該選擇哪條路徑, 或朝什麼方向發展, 這些都不是直接了當的, 是嗎?

C: 我喜歡應用數學, 被它吸引, 因爲我喜歡學習人們正在研究的科學, 並結識科學家。在加州大學洛杉磯分校 UCLA, 與其他系的人互動沒有太多障礙。因此, 我結識了機械工程、化學工程、金融和其他一些領域的人。例如, 我在 UCLA 加州大學洛杉磯分校見到了中央研究院院長廖俊智 (James Liao)。他正在研究微流體, 在極小的幾何形狀中進行傳輸研究。

劉: 一所重要大型的州立大學, 的確值得我們談論, 對吧? 因爲它包含如此多的資源、人力資源等等。加州大學洛杉磯分校 UCLA 是一所重要大型的州立大學。

---

[10]Peter Lax (1926∼), 匈牙利出生的美國數學家, 在可積系統、流體動力學、衝擊波、孤子物理、雙曲守恆定律以及科學計算等領域有重大貢獻。2005 年獲頒阿貝爾獎。專訪 2002 年 12 月刊登於數學傳播第 26 卷第 4 期。

[11]Stanley Osher (1942∼), 美國應用數學家, 加州大學洛杉磯分校 UCLA 的教授, 對計算物理、影像處理和偏微分方程有重大貢獻。他是開發了許多有影響力的數值方法, 包括: 水平集方法, 震波捕獲方法, 基於總變分的影像處理。

[12]Bjorn Engquist, 瑞典數學家, 德州大學 Austin 分校教授, 對微分方程數值方法有重大貢獻, 並將其應用於多尺度建模和流體力學, 促成可壓縮流體動力學的同質化理論和非線性高解析度方案的發展。

C: 我認爲在加州大學洛杉磯分校 UCLA 很容易結識數學界以外的人。這可能是受 Stan 的影響? 我不確定。但這似乎很容易。此外, 還有 IPAM (Institute for Pure & Applied Mathematics) 和奈米科學中心。是的, 有很多這樣的機構。

劉: IPAM 是如何運作的? 你在那裡擔任了一段時間的所長。

C: 是的, 我當了 9 年的所長。我真的很喜歡這份工作。它讓我可以我認識不同領域的很多人。我也開始認識電腦科學界的人。

劉: 有些人是數學科學家 (mathematical scientists), 不是傳統的數學家。

C: 數學科學家。嗯, 我想我認爲自己在某種程度上是數學科學家, 因爲我喜歡數學的應用, 也喜歡數學爲其他許多事物帶來的洞察力。我總是喜歡用物理或其他應用來思考數學。我一直很喜歡這樣, 讓我能夠對數學進行詮釋, 或者有些幾何上的理解。

劉: 你現在是 Courant 研究所的所長。我記得讀過 Courant[13] 的書。早在 60 年代, Courant 就已經說: 目前應用數學的主要方向不明確。我猜想人們總是一直會問這種問題。現在我們有了 AI 等等。Courant研究所也在演變, 對吧?

C: 是的, 的確如此。

劉: 但是對應用數學的看法是什麼? 這是一個非常大的問題。

C: 是的, 這是一個很大的問題, 尤其是在 Courant 研究所。但我認爲 AI 無處不在, 它正在產生巨大的影響。我真是爲 Courant 研究所感到自豪。我認爲 Courant 研究所因爲有 Yann LeCun[14]在那裡而很自豪; 他是一位最早推動機器學習應用的人。他和其他幾個人在 2011 年或 2012 年首次將其用於圖像識別。這真令人驚訝。我記得當我第一次聽到它時, 簡直不敢置信, 因爲他們使用的是神經網路, 而這神經網路已存在 50 年, 但從未真正成功過。但他們看到了其中的前景, 並設法開發了使其真正脫穎而出的技術。

劉: 他在 Courant 研究所。

C: 他在 Courant。他學的是電腦科學, 但在 Courant 研究所。現在有很多人嘗試用數學來更好地理解 AI, 也有人嘗試將 AI 應用在數學或計算中。更有甚者, Terry Tao[15]最近發表了一些關於在證明中使用 AI 的演講; 特別是 AI 在圍棋和西洋棋取得成功之後, 你可能會認

---

[13] Richard Courant (1888∼1972), 德裔美國數學家, 對實分析、數學物理、變分法和偏微分方程有重要貢獻。他與 Hilbert 合作編寫的教科書《數學物理學方法》, 該書至今仍被廣泛使用。他在紐約大學創立了 Courant 數學科學研究所。他也與 Herbert Robbins 合著了暢銷書《什麼是數學?》。

[14] Yann LeCun (1960∼), 法裔美國電腦科學家, 以其在機器學習、電腦視覺和計算神經科學領域的開創性工作而聞名。他目前是 Meta 公司 (前身爲 Facebook) 的副總裁兼首席 AI 科學家, 紐約大學 Courant 數學科學研究所教授。LeCun 最著名的發明是卷積神經網路 (CNN), 該網路已成爲深度學習領域的基礎技術。他在光學字元辨識和電腦視覺方面的工作對 AI 技術的發展產生了重大影響。2018 年因對深度學習的貢獻而榮獲圖靈獎。

[15] Terence Tao (陶哲軒, 1975∼), 澳洲裔美國數學家, 加州大學洛杉磯分校 UCLA 數學系教授, 因其在偏微分方程、組合數學、調和分析和加法數論方面的貢獻而於 2006 年獲得菲爾茲獎, 之後持續在這些廣泛的領域獲致非凡成就。

爲你可以利用 AI 進行邏輯論證和數學證明。

劉: AI 的出現讓人思考: 數學系大學生在這個新時代應該如何適應並有所作爲。

C: 這是個好問題。我認爲這個問題會在未來幾年內浮現。我們有一位教授建議, 不應該聘用任何做應用數學的人, 而應該聘用研究應用 AI 的人。我認爲這看法有點極端。毫無疑問, 對於從事前置 AI (pre-AI) 數學研究的人來說, 將會有很大的施展空間。

劉: 數學家在某種程度上能夠理解 AI、欣賞 AI, 應該是件好事。

C: 我也這麼認爲。一個重要的問題是: 爲什麼 AI 表現如此優異? 這可以視爲一個逼近理論的問題。我不確定這是否完全正確, 但這是一種好的思索方向。

劉: 很多人想學習理論數學, 譬如實分析。這些人未必主修數學。因此我們知道數學很受歡迎。

C: 我認爲你觸及了一個非常重要的問題, 亦即數學不僅僅是服務性的, 拿來用的。我不知道這裡或史坦福大學的情況如何, 但我知道在紐約大學及許多其他大學, 入學人數正在飆升, 尤其是電腦科學方面, 而在數學方面也是如此。很難跟上這個趨勢。

劉: 我認爲人們認識到, 理解數學是一件好事。

C: 是的。而且, 在資料科學或電腦科學, 或者實際上在許多其他量化程度越來越高的領域, 都需要數學, 這樣才有未來。我在醫學院遇到很多人, 試圖將定量方法應用於醫學。他們希望與數學家或數學研究生合作來實現這一目標。

劉: 我想回到 70 年代你開始在 Courant 工作的時候。當時有很多偏微分方程領域的重要數學家。例如, 在分析領域, 在你我相關的兩個領域中, 比如說, 有 Peter Lax、Harold Grad[16]和其他許多人。現在 Courant 研究所的主要研究內容是什麼?

C: 許多人在研究流體動力學。例如, 許多人對流體動力學奇異點感興趣。根據觀察, 湍流存在無黏度的耗散。從某種不完全嚴謹的數學來看, Onsager[17]的一個結果顯示: 要獲得無黏度的耗散, 流體中必須具有奇異點。因此這方面及類似的問題上已有很多研究在進行。這是一個大問題。同質化 (homogenization) 方面的工作也持續進行。

劉: 所以, 這些是偏微分方程。

C: 是的, 這些都是偏微分方程問題。

劉: 也有機率。

[16]Harold Grad (1923～1986), 美國應用數學家, 研究統計力學在電漿物理學及磁流體動力學的應用。

[17]Lars Onsager (1903～1976), 挪威出生的美國化學家。他發現非平衡態熱力學的一般關係, 提出不可逆化學過程的一般理論, 1968 年獲頒諾貝爾化學獎。

C: 機率。是的。例如 Raghu Varadhan[18]、Gérard Ben Arous[19]、Paul Bourgade[20], 以及其他在偏微分方程中使用機率的人。還有一些年輕人。他們在隨機矩陣和自旋玻璃 (spin glass) 方面做很多研究。自旋玻璃是一種允許無序的數學物理模型, 介於液體和固體之間。

劉: 有什麼特定的項目? 你要推動 Courant 研究所朝某個方向發展?

C: 我認爲一個重大的推動力是 AI 和資料科學, 奇異點及其影響是另一個方向。我們有一個電漿研究群。你之前提到了 Harold Grad。這就是 Harold Grad 的遺產。他在 80 年代末過世, 但他的團隊延續了很長一段時間。之後活動減少。目前電漿的研究實在不多, 但現在又開始增長了。

劉: 今天早上你談到了這點。

C: 是的, 我在這方面有些研究。對。

劉: 這個融合的東西現在確實是可能的, 對嗎?

C: 從事融合研究的人已重生, 核融合的想法已實際可行。它甚至吸引了大量的資金。有些小型初創公司正在努力, 非常令人驚喜。

劉: 有融合、高溫超導, 還有量子計算機。

C: 我認爲高溫超導是個重大突破。

劉: 是, 高溫超導。

C: 是的, 這些現在都是有趣的領域。我對量子計算的看法尚不確定。我想我對他們的說法感到反感。過度炒作。就他們正在從事的事情來說, 他們所謂的量子霸權 (quantum supremacy), 在我看來是一個誇張的名詞。但看起來確實很有趣。有些人在做一些非常有趣的事情, 比如開發可以在量子電腦運行的演算法。

劉: 是的, 這可以做的。

C: 那似乎很好。這似乎是一門很好的科學。我認爲他們已經非常接近量子通訊了, 你可以使用量子力學來編碼消息, 沒有密鑰就無法解碼。至少在某種程度上是這樣。我認爲你和我的一個共同點是尊崇 Peter Lax 爲英雄。在我心目中 Peter 是英雄。

劉: Peter Lax 的一個強項是他有非常好的常識 (common sense)。儘管「常識」這個詞可以

---

[18] Srinivasa Raghu Varadham (1942∼), 印度裔美國數學家, 任教於紐約大學 Courant 研究所, 研究罕見事件機率的大偏差理論獲致重大進展, 對機率論有根本性貢獻。他於 2007 年獲頒阿貝爾獎。專訪 2008 年 3 月刊登於數學傳播第 32 卷第 1 期。

[19] Gérard Ben Arous (1957∼), 法國數學家, 研究隨機分析及其在數學物理中的應用。2011 年至 2016 年擔任紐約大學 Courant 研究所所長。

[20] Paul Bourgade (1982∼), 紐約大學 Courant 研究所的教授。他的研究主要集中在機率論, 特別是隨機矩陣和隨機分析。對隨機矩陣集合的普遍性, 及其與偏微分方程和解析數論等其他數學領域的聯繫, 他做出重大貢獻。

有不同的解釋, 但它可以是深刻見識的表徵。良好的常識是難得的。

C: 他也有表達想法的天賦, 我覺得真是深富啟發性。

劉: 76 年、77 年我在那裡。那年讓我感到興奮。當時 Courant 和 Friedrich[21]已經退休了, 但那裡還有很多其他人, 比如 Joe Keller、Harold Grad、Nirenberg[22]......

C: Garabedian[23]。

劉: Garabedian, 是的。

C: 是的, 有很多真正的巨人。那時還是巨人。

劉: 那真是偏微分方程的黃金時代。

C: Jürgen Moser[24]。我不清楚他首次造訪的時間。我不認爲他在那裡待了那麼久。

劉: 我上過他的課, 他舉了這個例子、那個例子、更多的例子。我鼓起勇氣問他,「你的目標是什麼? 你爲什麼要這樣做?」記憶所及, 他說,「我只想知道動態系統可以有多豐富, 事情可以有多糟糕」, 諸如此類。這讓我想起了你說的奇異點, 我們理解規律性, 但有許多不同的方式可以成爲奇異點。

C: 是的。我和侯一釗 Tom Hou[25]談了很多, 我相信他已經爲不可壓縮的歐拉方程成功地構建了奇異點。他似乎即將構建出 Navier-Stokes 奇異點。

劉: 是的, 這是一件困難的工作。根據 Caffarelli[26]、Kohn[27] 和 Nirenberg 的論文, 如果奇異點存在, 它就會在一個非常非常小的集合上, 對吧? 所以, 要構建奇異點, 基本上, 你必須追蹤它。它們不會自己顯現。

C: Tom 的做法是, 起初幾個物件都受到幾何上的限制, 但隨後他找到了自相似的形式。

劉: 無邊界。

C: 它們沒有邊界。對。我猜想自相似性降低了維度。邊界將東西固定在原地。你可能認爲奇異點開始形成了, 但它可能會在某個地方飛出並消失; 有邊界時, 他用邊界來保持奇異點的位

---

[21]Kurt Otto Friedrichs (1901∼1982), 德裔美國數學家, 致力於偏微分方程的許多方面的研究。他是 Courant 研究所的共同創辦人。

[22]Louis Nirenberg (1925∼2020), 加拿大出生的美籍數學家, 對線性及非線性偏微分方程理論, 及其在複分析、幾何中的應用做出重大貢獻。2015 年獲頒阿貝爾獎。

[23]Paul Roesel Garabedian (1927∼2010), 美國數學家暨數值分析學家, 在計算流體動力學、電漿物理學領域做出重大貢獻。

[24]Jürgen Moser (1928∼1999), 德裔美國數學家, 研究哈密頓動力系統和偏微分方程, 發展 KAM 理論, 該理論研究可積系統在受到輕微擾動時的穩定性。他也爲 Moser 迭代技巧的發展做出貢獻, 該技巧用於證明偏微分方程解的規律性結果。

[25]侯一釗 (Thomas Hou, 1962∼), 美國數學家, 加州理工學院計算與數學科學系教授, 因數值分析和數學分析方面的工作而知名。

[26]Luis Caffarelli (1948∼), 阿根廷數學家, 任教於德州大學 Austin 分校。在自由邊界問題, 以及 Monge-Ampère 方程式、Navier-Stokes 方程式等非線性偏微分方程領域, 他堪稱領導者。專訪 2008 年 9 月刊登於數學傳播第 32 卷第 3 期。

[27]Robert V. Kohn (1953∼), 任教於紐約大學 Courant 研究所, 研究偏微分方程、變分法、數學材料科學和數學金融。

置, 我認爲自相似性做了類似的事情。我認爲他的方法很有趣, 也是因爲他做了很多事情來建構它。在構建過程中, 他從數值計算和穩定性分析起步。之後, 他用數值分析來證明他的解沒有太多的數值誤差, 並使用積分算術來證明他的解中沒有太多的捨入誤差。這使狀態保持穩定。

劉: 然後分析穩定性理論 (analytical stability theory) 可以用上。

C: 是的, 這樣數值解就成了真正的數學解。這真是太神奇了。

劉: 是的, 他將各種分析事物與非常優質的計算相結合。

C: 你知道, 我在數學方面擔心的是, 在我們的領域, 尤其是在偏微分方程, 數學已經變得非常技術性, 以至於論文通常長達 100 頁或更長, 這使得這個領域變得非常困難。我憂心未來會發生什麼。

劉: 是的。但還有像 AI 這樣的事物。所以, 整體來看數學還行, 但過於技術性的東西可能會被淘汰。

C: 沒錯。我認爲年輕人現在要進入這個領域已更加困難。一個解決方法可能是讓 AI 以某種方式參與其中。

劉: 自你 70 年代出道以來。你對哪些事情感到興奮?

C: 哦, 我? 我依然喜歡蒙地卡羅方法。我覺得它們非常美。我喜歡它們, 因爲它們非常穩健 (robust)。它們是有點生硬的工具, 但它們可以做很多事情。我喜歡。

劉: 你說這方法很穩健, 是因爲它是機率性的。機率具有一定的穩健性, 因爲存在大數法則、中央極限定理之類的東西, 對吧? 因此, 萬一你從錯誤的數據開始, 這些法則可以挽救局面。是嗎?

C: 是的, 我認爲是這樣。對我來說, 機率方法是一種很好的整合器, 因爲它們適用於很多問題, 而且它們以類似的方式應用。你知道, 金融、醫學、液體、偏微分方程, 你可以在所有這些東西中找到機率。我不是一個機率學者, 但我一直喜歡機率方法。我也喜歡嘗試在偏微分方程中使用優化。我認爲這是一件令人興奮的事情。我也喜歡應用。我曾經研究數學金融, 但隨著金融領域的變化, 我的研究方向也有所調整。

劉: 以什麼方式?

C: 我認爲 2008 年的金融危機和其他早期事件, 確實展現一些數學模型的不合宜。而且波動不是常態分佈的。所以你不能用 Black-Scholes 理論來描述它們。我認爲人們仍然使用 Black-Scholes, 但他們也使用了很多資料驅動的方法。

劉: 但人們意識到如此可能會更穩健。

C: 我猜想它更穩健。對。像 Jim Simons[28] 這樣的人正在崛起, 很難確切知道他們到底在做什麼, 但他們似乎設法從微小的波動中獲利, 並從不確定性或波動中收益。市場分裂的方式給了他們優勢; 亦即, 市場在某些方面是協調的, 但在其他方面是分裂的。我認爲他們設法把握市場時機; 他們不是在最高點買賣股票, 而是設法快速獲得買賣訂單。

劉: 所以他們更能識別隱藏的機制?

C: 是的, 我認爲他們是如此。他們如何運作是個機密, 但似乎是這樣的。

劉: 我們知道 Jim Simons 是一位非常優秀的數學家。

C: 他很優秀, 是的。他的成就真是太神奇了。

劉: 他剛剛過世, 不久前。

C: 我知道。嗯, 我們深受 Flatiron 研究所[29] 影響, 因爲我們一些最好的教授在那裡兼職。還有一些人在科技公司工作, 例如 Meta (前身爲 Facebook)、Google 或其他公司。

劉: 你們是否有教授與他們有直接的聯繫?

C: 是的, 一些人甚至有三分之二或一半時間在公司或 Flatiron 研究所工作。

劉: 你想辦法通融這狀況。

C: 是的。我完全支持, 但這確實讓我們失去了一些優秀人才和領導者。公司想要的是領導者。

劉: 你曾在洛杉磯和紐約擔任所長。這份工作最困難的是什麼?

C: 有很多困難。我想成爲真正的行動主義者, 改變事物並努力改進。但這可能造成威脅性。許多數學家寧可只做研究, 不願改變環境。因此, 要說服人們進行改變可能很難。我理解這一點。

劉: 現在美國有很多研究所。

C: 我認爲數學研究所非常好。我在 IPAM 工作多年。它們是真正的創新中心: 重要的事件發生時, 它們會幫助許多人了解新發展, 例如 AI、醫學成像或量子計算等。他們還將數學家和需要數學的其他領域的人聚集在一起。這非常令人興奮。

劉: 布朗大學和柏克萊等地都有研究所。

---

[28] James Simons (1938~2024), 美國數學家、對沖基金經理人及慈善家。他創立的量化對沖基金 Renaissance Technologies, 利用數學模型和演算法獲得投資收益, 獲利非凡。他也爲微分幾何和密碼學等領域做出貢獻; 他與陳省身先生共同發展了 Chern-Simons form, 並爲弦理論做出了重大貢獻。除了財務和學術成就外, 他和夫人於 1994 年創立了 Simons 基金會, 支持數學、科學研究以及教育和健康計劃。

[29] Flatiron 研究所是 Simons 基金會在紐約設立的研究機構, 2016 年成立。該研究所致力於透過資料分析、理論、建模和模擬等計算方法, 推進天文物理、生物和量子物理等領域的科學研究。

C: 還有加州大學洛杉磯分校 UCLA。芝加哥也有一個新的研究所。MSRI 表現不錯。他們獲得一筆巨額捐款, 因此他們可以自籌資金完成很多工作。我認爲布朗大學的研究所也非常好。我待過一些時間, 覺得那裡身份明確, 設施優良。當然, 我偏愛 IPAM, 因爲我曾在那裡擔任所長。

劉: 可否請你談一談 IPAM 的一些成就?

C: 一個重要事件是, 他們讓材料科學家和數學家一起研究一些問題, 特別是密度泛函理論 (density functional theory, DFT)。密度泛函理論是一個量子力學理論, 基本上保持原子核不動, 用該理論計算電子密度。電子的計算是藉由積分方程和偏微分方程完成的。現代電子和感測器等許多設備都依賴該理論進行計算。

劉: NSF (National Science Foundation) 正在推動 AI 研究。

C: 是的, 他們確實如此。我認爲他們正在推廣基於電腦的證明, 其中很大一部分可能涉及 AI。

劉: 台灣在晶元製造方面非常強大, 而這些技術的基礎是量子力學。

C: 他們能做的事情真是令人驚嘆。我記得約 20 年前聽說過量子點 (quantum dot)。他們當時正在學習製造並控制量子點的大小。現在有了基於量子點的電視螢幕。它們必須是大尺寸的 (有很多點), 也必須統一規格。他們能夠如此精確地控制這些技術, 實在令人驚嘆。但我不知道其中涉及多少數學知識。

劉: 好的。涉及多少數學?

C: 我認爲他們的研究是根據密度函數理論等方法進行的。材料的發現也是一個重要課題。這在很大程度上涉及材料的量子特性。

劉: 幾周前, AI 公司的 CEO 黃仁勳到台灣。訪台期間, 台灣對 AI 相關事物充滿熱情。

C: 他是 Nvidia 的 CEO 嗎? 還是其他公司?

劉: 是的。

C: 哦, Nvidia。他們研發生產專門用於 AI 的圖形處理單元 (GPU, Graphics Processing Unit)。

劉: 是的, 沒錯。他們爲 AI 用戶服務。

C: 我認爲這家公司嚴格來說是美國公司, 但實際上是臺灣公司。

劉: 該公司是一家美國企業。CEO 黃仁勳出生於臺灣, 童年時期移民到美國。我們有一家晶元製造商與他合作。

C: 這十分重要。

劉: 數學系如何應對新技術的崛起? 是否教好微積分、線性代數, 學生就能參與這些新技術?

C: 喔, 這是一種商業模式。從某種角度看, 我們是一家企業, 因爲我們教書賺錢。但我們也是一家科技公司, 有著商業角色。

劉: 你是說我們需要不時研究這種商業模式, 並調整課程以適應它?

C: 我想是的。是的。

劉: 你待過的 Courant 或 UCLA 提供了哪些新課程?

C: 事物可以通過多種方式翻新, 例如教學方法, 尤其是在微積分方面。在美國, 特別是紐約大學, 有多種教學模式, 其中之一是翻轉課堂; 它結合講座和問題討論, 講師直接與學生互動, 主要教學在小組課程中完成。

劉: 小組課程。

C: 是的。不是在學生面前講課, 而是學生觀看錄影內容後, 分組解決問題, 教師則在各小組間巡迴提供幫助。

劉: 那麼這樣做的優點是?

C: 優點是學生藉由實踐而不是僅聽講來學習。我不認爲這適合所有人, 但我認爲對很多學生來說, 這是一種更有效的方法。

劉: 這也提高了他們的溝通能力。

C: 對。還有他們的數學溝通技巧。

劉: 因爲在當前這個新的高科技環境中, 擁有良好的溝通習慣是件好事。但我們相信微積分、線性代數等傳統數學, 它們是我們所做的任何技術的基礎。

C: 當然。它們不會消失。還有機率。它們不會消失。還有優化。

劉: 優化需要結合所有這些。

C: 是的, 對。

劉: 你現在教課嗎?

C: 不, 自從我去了 Courant, 我就沒有教過書了。我忙於會議和行政。

劉: 你在 Courant 多久了?

C: 7 年。

劉: 你回 Courant 七年了?

C: 是的。2017 年我回 Courant。我知道這是很長的時間。我愛 Courant, 我愛紐約。

劉: 我能理解。

劉: 對我來說紐約讓人感覺步調緊湊, 對吧?

C: 是的, 非常緊湊。不過我喜歡這樣。

劉: 我在那裡住了兩年, 從 1988 年到 1990 年, 並不輕鬆。之前我們住在郊區, 然後進了城, 孩子們當時正上中小學, 所以時間並不理想。

C: 之後你搬到史坦福?

劉: 是的。

C: 我覺得我對 Courant 有種浪漫的情感, 因爲我仍能感受到 Peter Lax 和 Joe Keller 的存在。與許多其他美國大學相比, 我認爲紐約大學現在的一個優勢是, 因爲住房非常困難且昂貴, 教授們住在大學宿舍, 這意味著大家生活在一起, 使得學術社區更緊密。

劉: 你正在研究電漿, 就我了解, 這真是很令人興奮, 但目前仍處於早期階段, 對吧?

C: 這種情況會持續一段時間。

劉: 那麼, 你有何近期計畫嗎?

C: 是的, 這就是我的計劃。而且, 和其他人一樣, 我想做一些 AI。我不太確定能做什麼, 但我正在學習, 並與一些人合作。

劉: 你朝一個新方向走。很多人不走新方向, 害怕會沒成果, 你不擔心嗎?

C: 不, 我確實擔心自己的生產力。我現在 70 歲了。所以我覺得提高生產力的壓力減少了一些。有更大的壓力要我做一些原創的事情。

劉: 對有終身教職的人來說, 這應該是好的心態。

C: 是的, 對。我很喜歡擔任所長。我可以投入很多時間嘗試在其他一些領域推廣數學。例如, 我與醫學院一直有大量的合作。我們組織研討會, 我會去聽聽大家在做什麼。醫學界有許多人正在嘗試使用定量方法、AI 或偏微分方程之類的東西。許多部分的基因組學也存在很多定量問題。醫學成像也涉及大量數學和物理問題。

劉: 在我看來, 你的態度是: 當我去學習一些東西時, 既爲了自己的研究, 也爲研究所提供可能性。

C: 是的。這就是我正在嘗試做的。

劉: 這是非常好的心態。

C: 令我驚訝的是, 尤其是在醫學領域, 人們如此開放, 如此渴望更加量化, 並尋求與數學及電腦科學領域的人進行合作計畫。但他們通常希望能接觸研究生。我們目前的研究生有點供不應求。這實際上限制了我們能做的。

劉: 研究生供不應求, 是因爲資金不足, 還是其他原因?

C: 紐約大學對研究生的資助有相當具體的規定, 我們必須爲每個學生準備 6 年的資金。這讓招收需要的學生人數變得更加困難。我們尚未真正解決這個問題。但我認爲我們會有所改進。

劉: 我們已經討論了很多 IPAM 和 Courant 進行的數學研究。作爲所長, 你與許多人有接觸。你認爲當前數學界有哪些令人興奮的發展?

C: 嗯, 似乎有很多事情。我覺得在機率、偏微分方程和科學計算方面有很多令人興奮的發展。這些就是我們一直在談的。

劉: 是的, 很高興聽到你的演講, 也很高興聽到你下午的談話。傳統數學與現代科學密切相關。事物會發生變化, 但也有一些事物會保持不變, 在某種意義上來說是這樣。

C: 是的, 確實如此。

劉: 所以很高興聽到這個。

C: 嗯, 我認爲基本的數學方法沒有太大變化。但是, 它們的應用確實發生了變化。

劉: 是的。因此, 學生需要做的是具備好的數學基礎, 但也要有開放的心態, 還要有與他人交流的勇氣, 並敢於嘗試新事物。

C: 是的。我認爲這很重要。

劉: 美國人非常大膽, 這總令我驚訝。他們並不是學更多東西, 但他們不怕新事物。例如 AI 之類的東西, 美國更爲活躍。

C: 嗯, AI 發源自美國和加拿大。

劉: 是的。因此, 美國文化具有這些內在的優勢。爲什麼?

C: 我認爲創新是本來大家期待的。但這必然會付出文化代價。我們將觀察未來的發展。

劉: Russ, 很高興和你聊。祝你開車順暢, 與夫人在北臺灣玩得愉快。希望我們能很快再見面。

—本文訪問者劉太平任職於中央研究院數學研究所—